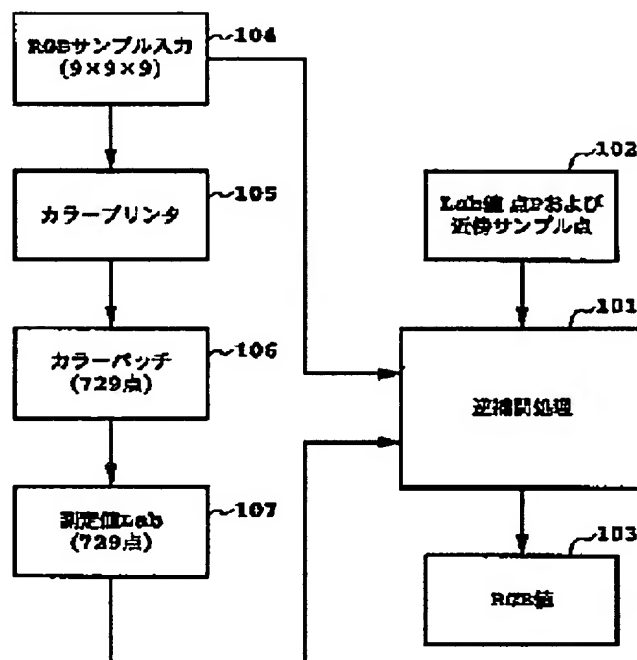


**INVERSE INTERPOLATION METHOD****Publication number:** JP2000048179**Publication date:** 2000-02-18**Inventor:** NISHIKAWA NAOYUKI**Applicant:** CANON KK**Classification:****- International:** H04N1/60; G06T1/00; H04N1/46; H04N1/60; G06T1/00; H04N1/46; (IPC1-7): G06T1/00; H04N1/46; H04N1/60**- European:****Application number:** JP19980218281 19980731**Priority number(s):** JP19980218281 19980731

Report a data error here

**Abstract of JP2000048179**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it unnecessary to provide plural arithmetic memories, and to make principally and highly precisely obtainable the relation of input and output color spaces in a color conversion processing in a printer or the like. **SOLUTION:** A color patch 106 is printed by a color printer 105 based on an R, G, and B sample input 104 in an input color space, and a measured value Lab 107 is obtained. The inverse interpolation 101 for selecting adjacent sample points from a target value (p) in an Lab space being an output color space and the measured value, performing an interpolation arithmetic operation by using the sample points of the output color space, and directly calculating the R, G, and B values in the input color space, is carried out.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-48179

(P2000-48179A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターム* (参考)
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/66	3 1 0 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 7
1/46		1/46	Z 5 C 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-218281

(22) 出願日 平成10年7月31日 (1998.7.31)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 西川 尚之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外1名)

Fターム (参考) 5B057 AA12 CA01 CB20 CE17 CH09

DB06 DC25

5C077 LL19 MP08 PP02 PP37 TT02

TT06

5C079 HB08 LA02 LB02 NA03 NA10

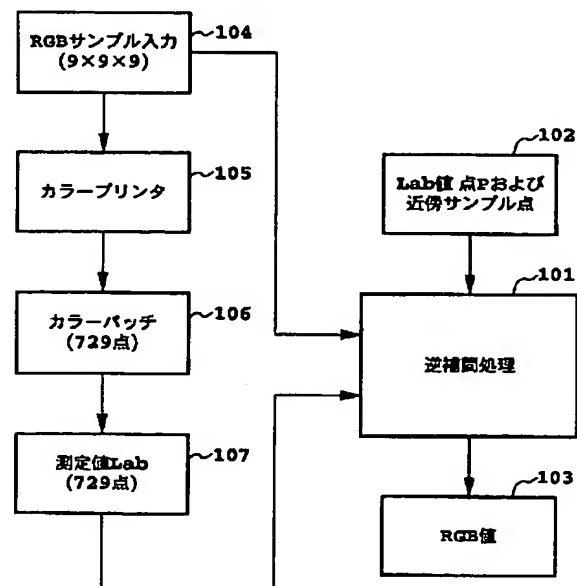
NA11 PA02 PA03

(54) 【発明の名称】 逆補間方法

## (57) 【要約】

【課題】 プリンタ等における色変換処理において、多大な演算メモリを必要とせず、また、原理的に高精度に入出力色空間の関係を求めることを可能とする。

【解決手段】 入力色空間 R, G, B のサンプル入力 (104) に基づきカラープリンタ 105 によってカラーパッチ 106 をプリントし、その測定値 Lab (107) を求める。そして、出力色空間である Lab 空間で目標値 p と上記測定値から近傍サンプル点を選択し、これら出力色空間のサンプル点を用いて補間演算を行い、入力色空間における R, G, B 値を直接求める逆補間 (101) を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力色空間における複数のサンプル点、および該複数のサンプル点に基づく出力デバイスの出力結果から求められた出力色空間の点のデータを用意し、前記出力結果から求められた点から、前記出力色空間における任意の点近傍の複数の点を選択し、該複数の点を用い、前記出力色空間における任意の点に対応する前記入力空間における点を補間によって求める、ステップを有したことを特徴とする逆補間方法。

【請求項2】 三次元の前記出力色空間において任意の点P近傍の複数の点A、B、C、Dを選択して四面体を\*

$$cb(0) = c(0) - b(0), cb(1) = c(1) - b(1), cb(2) = c(2) - b(2)$$

$$\beta b(0) = \beta(0) - b(0), \beta b(1) = \beta(1) - b(1), \beta b(2) = \beta(2) - b(2)$$

$$\xi 1 = \sqrt{\sum_i (\beta b(i))^2} / \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} \quad (i = 0, 1, 2)$$

$$d\beta(0) = d(0) - \beta(0), d\beta(1) = d(1) - \beta(1), d\beta(2) = d(2) - \beta(2)$$

$$\gamma\beta(0) = \gamma(0) - \beta(0), \gamma\beta(1) = \gamma(1) - \beta(1), \gamma\beta(2) = \gamma(2) - \beta(2)$$

$$\xi 2 = \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} / \sqrt{\sum_i (d\beta(i))^2} \quad (i = 0, 1, 2)$$

$$\gamma a(0) = \gamma(0) - a(0), \gamma a(1) = \gamma(1) - a(1), \gamma a(2) = \gamma(2) - a(2)$$

$$pa(0) = p(0) - a(0), pa(1) = p(1) - a(1), pa(2) = p(2) - a(2)$$

$$\xi 3 = \sqrt{\sum_i (pa(i))^2} / \sqrt{\sum_i (\gamma a(i))^2} \quad (i = 0, 1, 2)$$

より求め、

前記入力色空間において点A、B、C、Dに対応する点をそれぞれVa (Va(0), Va(1), Va(2)), Vb (Vb(0), Vb(1), Vb(2)), Vc (Vc(0), Vc(1), Vc(2)), Vd (Vd(0), Vd(1), Vd(2))とすると、

【数2】 for(i=0,1,2) {ll(i)=(Vb(i)+(Vc(i)-Vb(i))\*ξ1); nn(i)=(ll(i)+(Vd(i)-ll(i))\*ξ2); pp(i)=(Va(i)+(nn(i)-Va(i))\*ξ3); }

を計算し、その結果得られた該算出値(pp(0), pp(1), pp(2))を前記任意の点Pに対応する前記入力色空間における点xとして求めることを特徴とする請求項1に記載の逆補間方法。

【請求項3】 出力デバイスに対する入力データとして、当該出力デバイスの出力結果から求められる出力色空間における点を定め、

入力色空間における複数のサンプル点、および該複数のサンプル点に基づく前記出力デバイスの出力結果から求められた出力色空間の点のデータを用意し、前記出力結果から求められた点から、前記出力色空間において前記入力データとして定められた点近傍の複数の点を選択し、

該複数の点を用い、前記入力データとして定められた点に対応する前記入力空間における点を補間によって求めることにより、当該入力データの色修正を行うステップ

\* 構成した後、該四面体における点α, β, γ

面ABCと線PDの交点α(α(0), α(1), α(2))

面BCDと線Aαとの交点β(β(0), β(1), β(2))

面BCDと線APとの交点γ(γ(0), γ(1), γ(2))

を求めた後、係数ξ1, ξ2, ξ3を、c(0)は点Cのx成分、c(1)は点Cのy成分、c(2)は点Cのz成分、以下同様、とすると、

【数1】

を有したことを特徴とする色修正方法。

【請求項4】 入力色空間における複数のサンプル点、および該複数のサンプル点に基づく出力デバイスの出力結果から求められた出力色空間の点のデータを用意し、前記出力結果から求められた点から、前記出力色空間における任意の点近傍の複数の点を選択し、

該複数の点を用い、前記出力色空間における任意の点に対応する前記入力空間における点を補間によって求める、

ステップを有したプログラムを情報処理装置によって読取り可能に格納したことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、逆補間方法に関し、詳しくは、プリンタ等のカラー出力デバイスの色特性解析や、これらデバイスの色変換特性を記述したデータであるプロファイルの作成に利用される技術であり、プリンタ等における入力色空間とプリント出力されたパッチの測色値による出力色空間との対応を基に、出力色空間における任意の点に対応する入力色空間の点を求める方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、所定数のカラーパッチのプリントおよびその測色に基づいて、例えばRGBの入力色空間における点とパッチの測色値もしくはこれに所定の変換を施して得られるLab等の出力色空間における点

との対応関係を求め、これに基づいてさらに、他の点に関する対応関係を推定することが知られている。そして、このようにして求めた対応関係に基づいて色修正用のテーブルを作成すること等が行われている。

【0003】例えば、特開昭63-254888号公報や特開平2-23776号公報に開示されている例は、入力側において多くのデータを入力し、出力側のデータ群から探索によってそれを求めるものである。より具体的には、入力側のRGBが各8bitで構成される場合、729点ほどのサンプル点のみについてカラーパッチを形成し、それらの測色値とサンプル点との関係を、入力側からの補間計算により求め、より多くの測色値を推定した後に、出力側において求める値と空間距離（例えば色差 $\Delta E$ ）が最も近い点に対応する点を入力側で選択し、これを入力側の値とするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような従来技術には、次のような問題が存在する。まず、出力色空間と入力色空間の関係は卑賤形であるため、この精度を高めるには、より多くの点の対応関係を求めることが必要となる。このため、相当回数の演算とメモリが必要となる。仮に入力側R、G、Bの値の組み合わせ全てについて計算するとすると、上述の例では2<sup>24</sup>=1670万回の演算と16MBものメモリが必要となる。

【0005】また、入力側の量子化数が1色当り8bitの場合、256段階の階調表現しかできないため、入出力それぞれの点の対応関係を多くしても、この量子化数を越えることはできず、その精度には原理的な限界が存在する。量子化数を増やせば当然要求されるメモリも増大するので、簡単に精度を上げることもできない。

【0006】また、これに起因して逆補間値がスムーズにならないといった現象が発生し、これを解決するために適当なスムージング処理を導入しなくてはならないがそのために逆に精度が悪くなるといった問題を派生する場合もある。

【0007】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、多大な演算およびメモリを必要とせず、また、原理的に高精度に入出力色空間の関係を求めることを可能とする逆補間方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】そのために本発明では、入力色空間における複数のサンプル点、および該複数のサンプル点に基づく出力デバイスの出力結果から求められた出力色空間の点のデータを用意し、前記出力結果から求められた点から、前記出力色空間における任意の点近傍の複数の点を選択し、該複数の点を用い、前記出力色空間における任意の点に対応する前記入力空間における点を補間によって求める、ステップを有したことを特

徴とする。

【0009】好ましくは、三次元の前記出力色空間において任意の点P近傍の複数の点A、B、C、Dを選択して四面体を構成した後、該四面体における点 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 面ABCと線PDの交点 $\alpha$  ( $\alpha(0)$ 、 $\alpha(1)$ 、 $\alpha(2)$ )

面BCDと線A $\alpha$ との交点 $\beta$  ( $\beta(0)$ 、 $\beta(1)$ 、 $\beta(2)$ )

面BCDと線APとの交点 $\gamma$  ( $\gamma(0)$ 、 $\gamma(1)$ 、 $\gamma(2)$ )

を求めた後、係数 $\xi 1$ 、 $\xi 2$ 、 $\xi 3$ を、 $c(0)$ は点Cのx成分、 $c(1)$ は点Cのy成分、 $c(2)$ は点Cのz成分、以下同様、とするとき、

【0010】

【数3】 $cb(0) = c(0)-b(0)$ 、 $cb(1) = c(1)-b(1)$ 、 $cb(2) = c(2)-b(2)$

$\beta b(0) = \beta(0)-b(0)$ 、 $\beta b(1) = \beta(1)-b(1)$ 、 $\beta b(2) = \beta(2)-b(2)$

$\xi 1 = \text{sqrt}(\sum (\beta b(i))^2) / \text{sqrt}(\sum i(cb(i))^2)$  ( $i=0, 1, 2$ )

$d\beta(0) = d(0)-\beta(0)$ 、 $d\beta(1) = d(1)-\beta(1)$ 、 $d\beta(2) = d(2)-\beta(2)$

$\gamma\beta(0) = \gamma(0)-\beta(0)$ 、 $\gamma\beta(1) = \gamma(1)-\beta(1)$ 、 $\gamma\beta(2) = \gamma(2)-\beta(2)$

$\xi 2 = \text{sqrt}(\sum i(cb(i))^2) / \text{sqrt}(\sum d\beta(i))^2$  ( $i=0, 1, 2$ )

$\gamma a(0) = \gamma(0)-a(0)$ 、 $\gamma a(1) = \gamma(1)-a(1)$ 、 $\gamma a(2) = \gamma(2)-a(2)$

$pa(0) = p(0)-a(0)$ 、 $pa(1) = p(1)-a(1)$ 、 $pa(2) = p(2)-a(2)$

$\xi 3 = \text{sqrt}(\sum (pa(i))^2) / \text{sqrt}(\sum i(\gamma a(i))^2)$  ( $i=0, 1, 2$ )

より求め、前記入力色空間において点A、B、C、Dに対応する点をそれぞれVa ( $Va(0)$ 、 $Va(1)$ 、 $Va(2)$ )、Vb ( $Vb(0)$ 、 $Vb(1)$ 、 $Vb(2)$ )、Vc ( $Vc(0)$ 、 $Vc(1)$ 、 $Vc(2)$ )、Vd ( $Vd(0)$ 、 $Vd(1)$ 、 $Vd(2)$ )とするとき、

【0011】

【数4】for( $i=0, 1, 2$ ) {

$ll(i) = (Vb(i)+(Vc(i)-Vb(i))* \xi 1)$ ;

$nn(i) = (ll(i)+(Vd(i)-ll(i))* \xi 2)$ ;

$pp(i) = (Va(i)+(nn(i)-Va(i))* \xi 3)$ ;

}

を計算し、その結果得られた該算出値 ( $pp(0)$ 、 $pp(1)$ 、 $pp(2)$ )を前記任意の点Pに対応する前記入力色空間における点xとして求めることを特徴とする。

【0012】また、本発明の他の形態では、出力デバイスに対する入力データとして、当該出力デバイスの出力

結果から求められる出力色空間における点を定め、入力色空間における複数のサンプル点、および該複数のサンプル点に基づく前記出力デバイスの出力結果から求められた出力色空間の点のデータを用意し、前記出力結果から求められた点から、前記出力色空間において前記入力データとして定められた点近傍の複数の点を選択し、該複数の点を用い、前記入力データとして定められた点に対応する前記入力空間における点を補間によって求めることにより、当該入力データの色修正を行うステップを有したことを特徴とする。

【0013】以上の構成によれば、出力デバイスの入力色空間とその出力結果から求められる出力色空間との対応関係が予め求められ、出力色空間における任意の点に対応する入力色空間の点を、上記任意の点とその近傍の出力色空間の点を用いて補間演算により求めるので、上記対応関係が予め求めればそれ以上の対応関係を求めるための補間演算等を必要とせず、任意の目標値に対応した入力空間の値を直接求めることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0015】本発明の一実施形態では、プリンタ等の入力色空間から出力色空間への写像における幾何学的な位相の変化に着目し、写像が局所的にでも線形である（格\*

$$t = (\xi(3) - \sum_{i=0}^2 (\xi(i) * v(i))) / \sum_{i=0}^2 (\xi(i) * n(i))$$

【0019】とにおいて、for(i=0,1,2) {v(i)=n(i)\*t+v(i)}と表わすことができる。すなわち、

【0020】

【数6】 $v(0) = n(0) * t + v(0)$

$v(1) = n(1) * t + v(1)$

$v(2) = n(1) * t + v(2)$

と求めることができる。

【0021】この一般式的を、図1に示す平面ABCと※

$$\mu \begin{bmatrix} \xi(0) \\ \xi(1) \\ \xi(2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi(3) \\ \xi(3) \\ \xi(3) \end{bmatrix}, \quad \text{ここで、} \mu = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \mu_{13} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \mu_{23} \\ \mu_{31} & \mu_{32} & \mu_{33} \end{bmatrix}$$

【0024】これより、平面の式の係数( $\xi(0)$ ),  $\xi(1)$ ,  $\xi(2)$ は、

【0025】

【数8】

$$\begin{bmatrix} \xi(0) \\ \xi(1) \\ \xi(2) \end{bmatrix} = \mu^{-1} \begin{bmatrix} \xi(3) \\ \xi(3) \\ \xi(3) \end{bmatrix}$$

【0026】ここで、 $\mu^{-1}$ は $\mu$ の逆行列であり、

【0027】

\*子点を用いた線形補間等で表わすことができる)場合はその写像を可逆であるとし、入力色空間の点を、代数的に逆補間により直接求めるものである。あるいは入力色空間における定義域を適切に定めることによって、写像の線形性を確保し、上述の逆補間を可能とするものである。

【0016】以下、このような、出力空間における点を用いた補間演算によって入力空間の点を求める逆方向の補間について、三次元のユークリッド空間において、入力空間側の点Va, Vb, Vc, Vdが任意の線形変換によって出力点A, B, C, Dに写像される場合を例にとり説明する。この場合、図1に示すように、出力側の四面体ABCDを考え、この四面体ABCD内の点Pについて、対応する入力空間の点x(pp(0), pp(1), pp(2))を求めるものとする。

【0017】一般に、平面と線の交点vを求める場合、平面の式を、 $\xi(0)X + \xi(1)Y + \xi(2)Z = \xi(3)$ とおき、また、直線の式を、 $(x - v(0)) / n(0) = (y - v(1)) / n(1) = (z - v(2)) / n(2)$ とおくとき、この直線と平面の交点v(v(0), v(1), v(2))は、

【0018】

【数5】

※直線PDに適用すると次のようになる。

【0022】(i)平面

30 点Aの座標を( $\mu_{11}$ ,  $\mu_{12}$ ,  $\mu_{13}$ )、点Bの座標を( $\mu_{21}$ ,  $\mu_{22}$ ,  $\mu_{23}$ )、点Cの座標を( $\mu_{31}$ ,  $\mu_{32}$ ,  $\mu_{33}$ )とすると、これらの座標値を上述の平面の式に代入すると、

【0023】

【数7】

【数9】

$$\mu^{-1} = \frac{1}{\psi} \begin{bmatrix} \kappa_{11} & \kappa_{12} & \kappa_{13} \\ \kappa_{21} & \kappa_{22} & \kappa_{23} \\ \kappa_{31} & \kappa_{32} & \kappa_{33} \end{bmatrix}$$

【0028】とするとき、

【0029】

【数10】 $\psi = \mu_{11} * \mu_{22} * \mu_{33} + \mu_{12} * \mu_{23} * \mu_{31} + \mu_{13} * \mu_{21} * \mu_{32} - (\mu_{13} * \mu_{22} * \mu_{31}) - (\mu_{12} * \mu_{21} * \mu_{33}) - (\mu_{11} * \mu_{23} * \mu_{32})$

50 (ただし、 $\psi \neq 0$ )

7

$$\begin{aligned}\kappa_{11} &= (\mu_{22} * \mu_{33} - \mu_{23} * \mu_{32}) \\ \kappa_{21} &= (\mu_{21} * \mu_{33} - \mu_{23} * \mu_{31}) * (-1.0) \\ \kappa_{31} &= (\mu_{21} * \mu_{32} - \mu_{22} * \mu_{31}) \\ \kappa_{12} &= (\mu_{12} * \mu_{33} - \mu_{13} * \mu_{32}) * (-1.0) \\ \kappa_{22} &= (\mu_{11} * \mu_{33} - \mu_{13} * \mu_{31}) \\ \kappa_{32} &= (\mu_{11} * \mu_{32} - \mu_{12} * \mu_{31}) * (-1.0) \\ \kappa_{13} &= (\mu_{12} * \mu_{23} - \mu_{13} * \mu_{22})\end{aligned}$$

$$\xi(0) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^3 \kappa_{1i}, \quad \xi(1) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^3 \kappa_{2i}, \quad \xi(2) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^3 \kappa_{3i}$$

【0031】となり、平面の式が求められる。

【0032】(ii) 直線

次に、点Pの座標を(P(0), P(1), P(2))、点Dの座標を(D(0), D(1), D(2))とすると、上述した直線の式におけるv(i), n(i)は以下になる。

【0033】

【数12】

for(i=0,1,2) {v(i)=P(i), n(i)=v(i)-D(i)}

すなわち、

【0034】

【数13】v(0)=P(0), v(1)=P(1), v(2)=P(2)

n(0)=v(0)-D(0), n(1)=v(1)-D(1), n(2)=v(2)-D(2)

※

$$cb(0) = c(0) - b(0), \quad cb(1) = c(1) - b(1), \quad cb(2) = c(2) - b(2)$$

$$\beta b(0) = \beta(0) - b(0), \quad \beta b(1) = \beta(1) - b(1), \quad \beta b(2) = \beta(2) - b(2)$$

$$\xi_1 = \sqrt{\sum_i (\beta b(i))^2} / \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0038】同様に、

【0039】

★【数15】

★30

$$d\beta(0) = d(0) - \beta(0), \quad d\beta(1) = d(1) - \beta(1), \quad d\beta(2) = d(2) - \beta(2)$$

$$\gamma\beta(0) = \gamma(0) - \beta(0), \quad \gamma\beta(1) = \gamma(1) - \beta(1), \quad \gamma\beta(2) = \gamma(2) - \beta(2)$$

$$\xi_2 = \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} / \sqrt{\sum_i (d\beta(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0040】さらに、

【0041】

☆【数16】

☆

$$\gamma a(0) = \gamma(0) - a(0), \quad \gamma a(1) = \gamma(1) - a(1), \quad \gamma a(2) = \gamma(2) - a(2)$$

$$pa(0) = p(0) - a(0), \quad pa(1) = p(1) - a(1), \quad pa(2) = p(2) - a(2)$$

$$\xi_3 = \sqrt{\sum_i (pa(i))^2} / \sqrt{\sum_i (\gamma a(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0042】(逆補間値の計算) 以上の計算によって求められた係数等を用い、出力空間の点に基づいて補間を行い入力空間における点を求める逆補間を行う。

【0043】すなわち、頂点A B C Dに対応する入力空間の点(値) V a, V b, V c, V dを予め求めておき、これらの点の座標を(V a(0), V a(1), V a(2)), (V b(0), V b(1), V b(2)), (V c(0), V c(1), V c(2)), (V d(0), V d(1), V d(2))とすると、次

8

$$* \kappa_{23} = (\mu_{11} * \mu_{23} - \mu_{13} * \mu_{21}) * (-1.0)$$

$$\kappa_{33} = (\mu_{11} * \mu_{22} - \mu_{12} * \mu_{21})$$

以上から、平面の式の係数(ξ(0), ξ(1), ξ(2))は、ξ(3)=1とおくとき、

【0030】

【数11】

10※を得ることができ、これにより、直線PDの式が求められる。

【0035】以上の(i)平面および(ii)直線で求めた値を用いて交点v(v(0), v(1), v(2))を図1における点αの座標(α(0), α(1), α(2))として求めることができる。また、同様な計算により、図1における点β, γの座標も求めることができる。

【0036】(係数の計算) 図1における点α, β, γの座標を求めた後は、これらα, β, γの線分比に係る

20 以下の係数(ξ1, ξ2, ξ3)を求める。

【0037】

【数14】

の補間演算により、

【0044】

【数17】for(i=0,1,2) {ll(i)=(Vb(i)+(Vc(i)-Vb(i))\*ξ1); nn(i)=(ll(i)+(Vd(i)-ll(i))\*ξ2); p(i)=(Va(i)+(nn(i)-Va(i))\*ξ3);}

入力空間の逆補間値x(pp(0), pp(1), pp(2))を求めることができる。

【0045】ここで、重要なのは入力側から線形に補間した出力側の値を真と仮定する限りにおいて、点xも同

様に正しい値として認めることである。本実施形態では、この算出点 $x$ を正しい値として後段の処理に利用することにする。

【0046】(量子化ビットについて)ここで、入力側のデータが固定少数点(16bit)で表現され、出力側のデータが浮動小数点(例えばdouble型変数)で表現されたデータ列のセットである場合、さらにその精度的な扱いについて説明する。

【0047】入力空間において、格子状のデータサンプル点を与えこれに対する出力側のデータを、例えば線形補間等により求める。そして、出力空間内部に点Pを与えた時に、この値を実現する入力側の点 $x(pp(0), pp(1), pp(2))$ を上述の方法により算出する。この時、内部的に計算で用いる変数は全てdouble型変数を割り当てておく。最終的に求まる値は、実数であるので、このdouble型変数に格納されることになるが、そのまま入力側の値として求めた値を格納すると、16bitの量子化精度まで落ちてしまうことになる。そこで従来とは異なるデータフォーマットとして、下位のビット拡張を行うデータ精度を落とさないよう構成し、マスターデータとしてこれをファイルシステム等へ格納するよう構成する。

【0048】このようなマスターデータを用いることで、理論上の補間精度は限りなくゼロに近づけることができるのでより精密な計算を行うことも可能となる。

【0049】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の具体的実施例について詳細に説明する。

【0050】本実施例では、入力空間がプリンタのRGB色空間であって、出力空間がプリンタによって出力されたR、G、B画像を測色して得られるLabの均等色空間である場合に、あるLab値(点Pとする)を実現するためのプリンタ側でのRGB値を上述した逆補間によって、直接的に求める方法について説明する。

【0051】図2は、本発明の一実施例に係る逆補間処理のための構成を示すブロック図である。同図に示す構成は、ホストコンピュータやカラープリンタを有するシステムにおいて構成されるものであり、以下の処理、演算等は、その大部分がホストコンピュータにおけるCPUによって実行され、その際、RAM、ROM等のメモリが用いられる。

【0052】(測定)まず、RGB色空間を $9 \times 9 \times 9$  \*

$$\{ (0) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^9 \kappa 1i, \quad \{ (1) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^9 \kappa 2i, \quad \{ (2) = \frac{1}{\psi} \sum_{i=1}^9 \kappa 3i$$

【0060】を求め、平面ABCの式を求めることができる。

【0061】(ii) 直線

次に点PのLab値を(P(0), P(1), P(2))、点DのLab値を(D(0), D(1), D(2))とおくと、同様に上記実施形態で示したよう

\* 点=729点のサンプル点に分割する処理を行い(104)、これらサンプル点のR、G、B値をカラープリンタ105に入力することによって、各カラーパッチ106をプリントする。そして、それぞれのパッチを測色器によって測色しLab値を求め、これをファイル107としてメモリに格納する。

【0053】(四面体の構成)一方、Lab空間において、目標値の点Pを定めるとともに点P近傍のサンプル点を上測定した点から計算で求め、図1に示すような四面体ABCDを形成する。すなわち、Lab空間において点Pの近傍であることは、色差として近い値を持つことになる。よって、点ABCDは、点Pに近い点を全体の中(729点)から順に選択していくよう構成する(処理102)。なお、図1に示す例では、点Pが四面体ABCDの中に存在するが四面体外に存在してもよいことは勿論である。

【0054】以下、交点の算出を始めとして、最終的に逆補間値を求める処理を逆補間処理101として行う。

【0055】(交点vの算出)次に、前述したように、交点vを算出する。すなわち、本実施例では、Lab空間においても、幾何学操作は三次元ユークリッド空間と同様に扱う。よって該色空間における平面と線の交点vを求める式は上述の実施形態と同様に、平面の式を、

【0056】

【数18】 $\xi(0)X + \xi(1)Y + \xi(2)Z = \xi(3)$

直線の式を

【0057】

【数19】

$$(x-v(0))/n(0) = (y-v(1))/n(1) = (z-v(2))/n(2)$$

とにおいて、交点v(v(0), v(1), v(2))を求める。

【0058】具体的には、平面ABCの式、直線PDの式を上式に当てはめると、

(i) 平面

点AのLab値を( $\mu 11, \mu 12, \mu 13$ )

点BのLab値を( $\mu 21, \mu 22, \mu 23$ )

点CのLab値を( $\mu 31, \mu 32, \mu 33$ )

とすると、上述した逆行列の $\psi$ および各要素 $\kappa 11 \sim \kappa 33$ を用いて、

【0059】

【数20】

に、

【0062】

【数21】for(i=0,1,2) {v(i)=P(i)n(i)=v(i)-D(i)} (iは整数)

を求め、直線PDの式を求めることができる。

【0063】以上の(i), (ii)で求めた値を用い

11

12

て、交点 $\nu$  ( $\nu(0)$ ,  $\nu(1)$ ,  $\nu(2)$ )として、  
図1における点 $\alpha$ の座標 ( $\alpha(0)$ ,  $\alpha(1)$ ,  $\alpha$   
(2)) を求めることができる。また、同様な演算によ  
り、図1における点 $\beta$ ,  $\gamma$ も求めることができる。

【0064】(係数の計算) 点 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ を求めた後 \*

$$cb(0)=c(0)-b(0), cb(1)=c(1)-b(1), cb(2)=c(2)-b(2)$$

$$\beta b(0)=\beta(0)-b(0), \beta b(1)=\beta(1)-b(1), \beta b(2)=\beta(2)-b(2)$$

$$\xi 1 = \sqrt{\sum_i (\beta b(i))^2} / \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0066】同様に、

【0067】

※【数23】

※

$$d\beta(0)=d(0)-\beta(0), d\beta(1)=d(1)-\beta(1), d\beta(2)=d(2)-\beta(2)$$

$$\gamma\beta(0)=\gamma(0)-\beta(0), \gamma\beta(1)=\gamma(1)-\beta(1), \gamma\beta(2)=\gamma(2)-\beta(2)$$

$$\xi 2 = \sqrt{\sum_i (cb(i))^2} / \sqrt{\sum_i (d\beta(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0068】さらに、

【0069】

★【数24】

★

$$\gamma a(0)=\gamma(0)-a(0), \gamma a(1)=\gamma(1)-a(1), \gamma a(2)=\gamma(2)-a(2)$$

$$pa(0)=p(0)-a(0), pa(1)=p(1)-a(1), pa(2)=p(2)-a(2)$$

$$\xi 3 = \sqrt{\sum_i (pa(i))^2} / \sqrt{\sum_i (\gamma a(i))^2} \quad (i=0,1,2)$$

【0070】(逆補間値の計算) 最後に、Pの近傍点  
A, B, C, Dに対応する入力空間RGBのサンプル点  
Va, Vb, Vc, Vdの座標 ( $Va(0)$ ,  $Va$   
(1),  $Va(2)$ ), ( $Vb(0)$ ,  $Vb(1)$ ,  $V$   
 $b(2)$ ), ( $Vc(0)$ ,  $Vc(1)$ ,  $Vc$   
(2)), ( $Vd(0)$ ,  $Vd(1)$ ,  $Vd(2)$ )を  
用いて、

【0071】

【数25】for( $i=0,1,2$ ) { $l(i)=(Vb(i)+(Vc(i)-Vb$   
( $i))\xi 1)$ ;  $nn(i)=(l(i)+(Vd(i)-l(i))\xi 2)$ ;  $p$   
 $p(i)=(Va(i)+(nn(i)-Va(i))\xi 3)$ ; }

より、Pに対する入力色空間の点 $x$  ( $pp(0)$ ,  $pp$   
(1),  $pp(2)$ ), すなわち、逆補間値を求める。

【0072】このように、本実施例により、実数で値を  
求めることが可能である(例えばRGB値(128, 2  
32, 23, 192, 67, 492)として算出され  
る)。このため、十分な精度で値を求めることが可能と  
なる。

【0073】(量子化ビット) 本実施例では、入力側の  
ビット数がRGB各8bit(合計24bit)で量子  
化されたデータセットであって、出力側のデータが実数  
表現、例えばLab値で(50, 224, 32, 92  
4, -12, 369)で表現されたデータセットを扱  
う。ここで、出力側の空間内部に点Pを与えた時に、こ  
の値を実現する入力側の点 $x$  ( $pp(0)$ ,  $pp$   
(1),  $pp(2)$ )は上記方法により算出可能であ  
る。

\*は、以下の係数( $\xi 1$ ,  $\xi 2$ ,  $\xi 3$ )を、上記実施形態  
と同様にして求める。

【0065】

【数22】

【0074】一方、最終的に求めるRGB値は、double  
型変数 $pp(i)$ に格納されている実数であるが、これ  
を従来のデータフォーマットで格納すると、8bitで  
表現できる精度まで落ちてしまうことになる。そこで、  
従来とは異なるデータフォーマットとして、下位のビット  
を例えばさらに8bit拡張し、計16bit精度の  
データとして補間精度を落さないように構成し、これを  
マスターデータファイルとしてシステムへ格納する。

【0075】このようなマスターデータを用いること  
で、理論上の補間精度は限りなくゼロに近づけられるの  
で、プリンタ等、カラーデバイスの色精度を健勝する際  
に補間誤差による影響を考慮する必要がなくなり、より  
精度の高いカラーデバイスを設計する際に大きな助けと  
なる。

【0076】(その他の実施例) あるLab値(点Pと  
する)を得るためにデバイス側で入力されるべきRGB  
値を、本発明の逆補間方法によって、より正確に求める  
方法について図3を参照して説明する。

【0077】(測定およびGamut判定) RGB色空  
間を $17 \times 17 \times 17$ 点=4913点のサンプル点に分  
割して、カラーブリタ205に投入し(204)、各カ  
ラーパッチ206の値(Lab値)を求め、これをファ  
イル207として一旦システムへ格納する。

【0078】一般的には、サンプル点を増すと精度が良  
くなるが、各点の色差も小さくなるので、場所によっ  
ては逆に測定等の誤差の影響が問題になる可能性もある。

【0079】そこで、本実施例では、サンプル点を測定

30

40

50



する際に平均化フィルタを通して確率的にその誤差を除去するよう構成する。

【0080】さらには、点Pを入力した後に、これが色再現範囲にあるか否かを判定し、色再現範囲、またはその境界近傍に存在する場合には、通常の処理を続行し、それ以外の場合は求めた値を適当にクリップする目的で、フラグ変数または領域からの距離やベクトル等を示す変数を設定しておく。本例では、前記フラグ等や変数等により複雑な演算をしても精度的に良い結果が得られないケースにおいては、通常の複雑な演算は行わず、単純に既知点に近い色をピックアップするよう構成する。通常の逆補間処理は、前記実施例と同様な処理を適用し、点 $x(pp(0), pp(1), pp(2))$ を直接的に求めるよう構成し、より精度の高い逆補間値を推定する。

【0081】また、さらに計算の精度を高めるためには、例えば複数の点とその組合わせから四面体を複数個編成した後、各々について逆補間値を求め、これらの計算値が妥当か否かを検討し適宜値を推定するよう構成する。例えば、入力値に最も近い近傍の6点を選択し、その6点の組合わせにより構成される15個の四面体についてそれぞれ演算を行い15個の逆補間値を求める。この15個の逆補間値を基に、次に順方向の補間を行って(RGB値から)Lab値を求める。上記近傍の6点の内でも最も入力点に近い点について $\Delta E (= dEmin)$ をも止め、これを手掛かりに15個の逆補間値を評価し、ある範囲(例えば最近傍点との半径 $= Emin$ )を超えるものに関してこれを排除し、残りの候補点から値の平均を求める等の工夫を行う。

【0082】また、これと同様に入力点から基点(または入力点とL軸等の点等で構成されるベクトル等)を生成し、これを参照して該基点と近傍点で構成されるベクトルの状態を基に適宜四面体を複数個生成し、上記同様に平均化を行う等より高い精度で逆補間値を推定するよう構成しても良い。

【0083】(さらに他の実施例)本実施例は、上述した各実施例で説明した逆補間処理を色修正(マスキング)処理にそのまま適用するものである。

【0084】すなわち、RGBのサンプル値とその入力によって求めたカラーパッチのLab測定値との対応関係をメモリに予め格納しておく。そして、Labの入力に対し、これをP点として上記メモリから近傍の例えば4点(A, B, C, D)を選び、以下上述したように逆補間によって求めたR, G, Bを出力することができる。これにより、このR, G, B値は、上記サンプル入力とカラーパッチの測定に基づいた色修正が施されたものとなる。

【0085】<他の実施形態>本発明は上述のように、複数の機器(たとえばホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタ等)から構成されるシステ

ムに適用しても一つの機器(たとえば複写機、ファクシミリ装置)からなる装置に適用してもよい。

【0086】また、前述した実施形態の機能を実現するように各種のデバイスを動作させるように該各種デバイスと接続された装置あるいはシステム内のコンピュータに、前記実施形態機能を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ(CPUあるいはMPU)を格納されたプログラムに従って前記各種デバイスを動作させることによって実施したものも本発明の範疇に含まれる。

【0087】またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、およびそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムコードを格納した記憶媒体は本発明を構成する。

【0088】かかるプログラムコードを格納する記憶媒体としては例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモ리카ード、ROM等を用いることができる。

【0089】またコンピュータが供給されたプログラムコードを実行することにより、前述の実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードがコンピュータにおいて稼働しているOS(オペレーティングシステム)、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して前述の実施形態の機能が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の実施形態に含まれることは言うまでもない。

【0090】さらに供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能格納ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も本発明に含まれることは言うまでもない。

【0091】

【発明の効果】以上から明らかなように、本発明によれば、出力デバイスの入力色空間とその出力結果から求められる出力色空間との対応関係が予め求められ、出力色空間における任意の点に対応する入力色空間の点を、上記任意の点とその近傍の出力色空間の点を用いて補間演算により求めるので、上記対応関係が予め求められればそれ以上の対応関係を求めるための補間演算等を必要とせず、任意の目標値に対応した入力空間の値を直接求めることができる。

【0092】この結果、多大な演算およびメモリを必要とせず、また、原理的に高精度に入、出力色空間の関係を求めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る逆補間を説明する図である。

【図2】本発明の一実施例に係る逆補間処理のための構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の他の実施例に係る逆補間処理のための構成を示すブロック図である。

\*

\*【符号の説明】

101, 201 逆補間処理

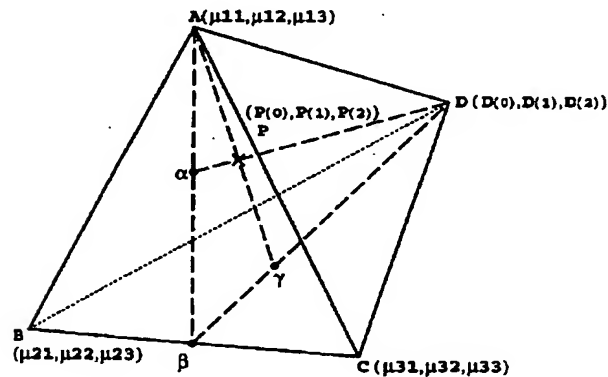
105, 205 カラープリンタ

106, 206 カラーパッチ (729点)

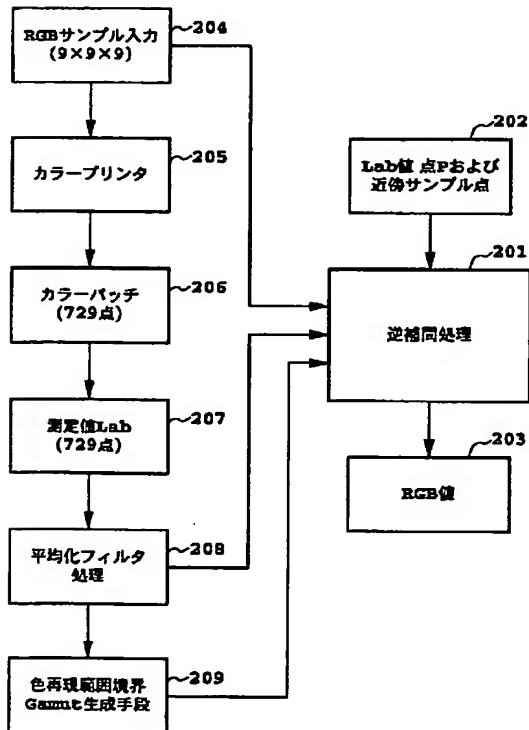
208 平均化フィルタ処理

209 色再現範囲境界 Gamut 生成手段

【図1】



【図3】



【図2】

